

# 综合地球物理勘探技术在深部金属矿产勘查中的应用研究

周佳和, 王玉宏, 邓 荻  
江苏省地质局, 江苏 南京 210000

**摘要:** 社会经济快速发展, 能源需求量明显增多, 但是当前我国矿产资源储备数量相对较少, 无法满足社会建设发展要求。在金属矿深部找矿中, 如果依然采用传统找矿方式, 将无法满足不同需求, 相关部门应把地球物理方法应用其中, 从而促进深部找矿工作水平和效率提高, 为矿产行业开采更多的矿产资源。本文以地球物理方法为探究重点, 进一步探讨地球物理方法如何在金属矿深部找矿中应用, 并结合实际案例, 评估其应用效果。

**关键词:** 地球物理方法; 金属矿; 资源勘查

中图分类号: P631

文献标识码: A

文章编号: 1002-5065(2024)18-0145-3

## Application of Comprehensive Geophysical Exploration Technology in Deep Metal Mineral Exploration

ZHOU Jia-he, WANG Yu-hong, DENG Di

Jiangsu Geological Bureau, Nanjing 210000, China

**Abstract:** With rapid socio-economic development, the demand for energy has significantly increased. However, the current reserves of mineral resources in China are relatively small and cannot meet the requirements of social construction and development. In the deep exploration of metal mines, if traditional exploration methods are still used, they will not be able to meet the actual needs. Relevant departments should apply geophysical methods to promote the improvement of the level and efficiency of deep exploration work, and extract more mineral resources for the mineral industry. This article focuses on the exploration of geophysical methods, further exploring how geophysical methods can be applied in deep exploration of metal deposits, and evaluating their application effects through practical cases.

**Keywords:** geophysical methods; Metal ore; Resource exploration

近几年, 社会经济发展水平提高, 人们生活条件越来越好, 对各种矿产资源需求量逐步增长, 特别是金属矿产需求量呈现出直线上升趋势, 使得市场供需矛盾十分凸显。同时, 大部分矿产资源分布在浅层地质环境中, 开采难度相对较低, 开采效率和质量比较高, 使得矿产资源逐渐匮乏, 无法满足市场经济发展要求。浅层地质环境下的矿产资源基本实现了全面探查, 并且也充分使用, 但是依然不能满足矿产行业战略发展要求。在这种环境下, 大多数矿产资源分布在深部地质环境下, 这种矿产资源开采难度大, 并且成为地质找矿工作中重点关注的内容。由于深部地质找矿与浅层地质找矿之间有着明显差别, 矿产资源分布环境有所不同, 在找矿过程中容易受各种因素影响, 传统的找矿方式和设备将无法满足不同需求, 需要对找矿方式进行改革优化, 从而保证找矿质量。地球物理方法是当前深部找矿中比较重要的找矿方法, 能够保证深部找矿工作快速实现, 为矿产行业更好发展提供技术保证。

### 1 地球物理方法基本概述

对于地球物理方法来说, 也就是根据地球物理特征及物性变化情况对地下结构进行勘测的技术, 其中包含了磁法勘

探、电法勘探、重力勘探、地震勘探等。不同方式对于地下岩体物理性质要求各不相同, 如密度、磁性、电性等。通过对地球物理磁场变化情况的分析, 确定地下地质体空间分布情况, 从而寻找更多的矿产资源。其中, 磁法勘探则是根据地球磁场变化情况对地下磁性物质分布情况进行勘测, 根据岩石与矿产在磁性方面的不同, 根据勘测结果确定磁性矿体所在位置, 完成矿石资源的开采工作; 电法勘探则是在岩石和矿石性质作用下, 如导电性、电磁感应能力等, 进一步分析地质结构, 如直流电场法、交流电场法等; 重力勘探则是根据地球引力场变化情况对地下矿产资源分布情况进行勘测, 进一步了解地下矿产资源分布位置、形状等; 地震勘探则是在地震波的作用下, 根据其在地下传播速度、路径等进一步判断地下岩性和地壳形态, 完成地下矿产资源的勘查工作。另外, 也包含了一些非震方法, 如地电、地应力等, 通过勘查地下电性、应力等情况了解地下结构。这些方式在应用范畴上比较广泛, 不仅可以应用在矿产资源开采行业中, 也能应用在环境工程、地勘行业等。

### 2 金属矿深部找矿现状分析

和非金属矿产资源比较, 金属矿产资源展现出较高的经济价值, 同时会给社会经济发展带来直接影响。当前, 社会经济发展水平大幅度提高, 人们生活环境发生明显改变, 社会各方面建设发展步伐加快, 对金属矿产资源需求量明显增多, 在一定程度上加快金属矿产开采步伐, 使得浅金属矿产资源呈现出枯竭发展状态, 金属矿深部找矿成为主要的发展形势。

收稿日期: 2024-07

作者简介: 周佳和, 男, 生于1993年, 吉林松原人, 硕士研究生, 地质矿产工程师, 研究方向: 固体地球物理学。

然而,随着浅层金属矿产的日益枯竭,为了探明深部金属矿产情况,需要更加先进的勘探技术,老旧、单一的地质勘查技术已经无法胜任深部空间下的金属矿藏勘探工作中,使得找矿的难度都随之加大,面临了更大的工作压力。综合地球物理勘探技术就是在地勘领域技术不断创新发展的今天,所形成的新型勘查手段,利用多种先进的地球勘探技术,从而实现更大勘查深度、更高的分辨率的勘查效果,为地下深部空间的金属矿藏提供更加全面的勘查信息。利用先进的磁法、电法、重力法等,能够在地下大尺度下探测出地下矿藏的结构、金属矿石的物性特征,借助相关设备,采集到出地下深度空间金属矿体的能量变化,从而得到地下深度数十千米甚至更大深度的金属矿体信息。基于综合地球物理勘探技术的优势,近年来随着我国深部找矿工作的推进,金矿富集地区加大了对这种技术的应用力度,并取得了一定的成效,陆续发现了地下超深的一批大型、超大型的金属矿床,这将极大地弥补了我国对金属矿产的需求,也使我国的矿产资源得到了充分的利用。为了给国家开采更多的矿产资源,相关部门在开采前期,做好地质调查工作,制定详细的开采计划,总结经验,制定具体的工作计划,保证资源开采过程的规范性和专业性。然而,在落实金属矿深部找矿工作时,受地质结构等因素影响,一般会出现特定且复杂的环境中,整体难度比较大,并且容易受各种因素影响,无法保证矿产资源开采质量。同时,金属矿产资源形成发展周期长,一般是在特定环境下形成,对于深部地质环境下的矿产资源,分布范畴广,具有分散性特点,从而增加实施难度,特别是在金属矿产资源开采过程中,受地质环境因素影响,发生地质灾害的几率比较高,不但不能保证金属矿深部找矿质量,也会给矿产开采人员生命及财产安全造成威胁,因此需要把最新的勘测技术应用其中进行综合分析。通过对金属矿深部找矿难度和复杂性的分析,应从地质学角度出发,寻找最适合的找矿方式,从而保证找矿质量,为社会建设发展提供丰富的金属矿产资源。

### 3 地球物理方法在金属矿深部找矿中的应用

#### 3.1 激发极化法

当前,在开展金属矿深部找矿工作时,常见的找矿方式在于激发极化法。经过多年改革发展,和激发极化法相关理论依据变得更加完善,其中比较重要的组成部分在于激电效应,也就是通过激电效应能够进一步了解当地地质分布情况,通过实时分析,掌握探测区域内地质情况,并利用一次电导线和供电电极AB将其分布在中间梯度上,按照激发极化法操作要求进行扫描,通过这种方式能够实现大范畴的勘探,进一步了解各地区地质情况和分布,以这种方式掌握异常变化。但是在实际操作中,为了取得理想的找矿效果,应确保AB极得到充分接地处理,结合实际情况,选择多个电极或者地理铝板,将盐水注入其中,接地电阻不得超过1000Ω。一般来说,AB两极之间距离控制在2000m之内,同时保证两极供电正常,可对底层位置进行勘测。在勘测中,还要适当提高测量极MN的高电位,实际MN两极距离可以结合现场具体情况来确定,从而更好保证勘探结果质

量,为后续找矿工作进行提供便利条件。

#### 3.2 重力勘探法

在金属矿深部找矿过程中,如果需要对矿体表面重力异常情况进行分析,一般会采用重力勘探法,其效果比较显著,根据矿床实际情况和分布特点进行解释,给金属矿深部找矿工作正常落实奠定基础。在使用重力勘探技术中,其能够实现深位置找矿工作,找矿深度一般在2000m左右,并且找矿信息比较准确,能够保证找矿效果。另外,如果是金属矿密度勘探,重力勘探法在其中发挥着重要作用。但是在具体应用中,如果采用该方式完成勘探工作,也会伴随一定局限性,尤其是对于深山环境下的找矿工作,因为地形分布比较复杂,在对地形校对过程中可能会受各种因素影响,无法保证校对结果的准确性,产生误差。对于这种状况,能够把其他探测方法应用到重力探测中,通过多种勘探方法的融合,促进勘探工作水平提高,反之则会给金属矿深部找矿工作效果带来一定影响。

#### 3.3 地震勘探法

在落实金属矿深部找矿工作时,地震探测法因为发展时间比较短,在找矿中应用相对较少,相关经验和理论不够完善,在未来发展中,该探测技术拥有较广阔的发展前景。但是,当前矿产行业在开展金属矿金属找矿工作时,一般会利用地震勘探技术对深位置矿产资源分布情况进行勘探,为后续找矿工作正常运行提供依据。同时,该技术在找矿中的价值比较凸显,这也是其他勘探技术无法比拟的。如果找矿规模比较大,一般会将会地震勘探技术应用其中,根据获取的地震波,进一步了解矿产资源分布情况,实现精准找矿。利用这种方式,能够实现深度为2000m的金属矿找矿,同时也能对矿区深部地质情况进行勘查,从而进一步确定金属矿所在位置,以避免在金属矿开采中给地质结构造成影响。通过对该特点的介绍可以得知,地震探测法拥有良好的发展前景。

#### 3.4 磁力勘探法

和地震勘探法比较,磁力探测法拥有比较长的发展历史,并且技术发展也相对成熟,可在各领域中的应用。在开展探测工作时,通过采用磁力探测法,其工作原理在于使用金属资源在磁场中展现出的差异情况,利用磁场完成对深部金属矿产资源的勘探与开采,进一步了解矿产资源分布情况。在金属矿深部找矿过程中,磁力勘探法展现出良好的应用价值,使用该勘探技术的重点在于对地质结构综合分析,为地质填图提供依据。同时,磁力探测法也能精准确定金属矿深部找矿具体位置,实现精准定位,为相关部门顺利开展金属矿深部找矿工作提供指导,有效提高金属矿深部找矿工作水平。

### 4 地球物理方法在深部金属矿产勘查中的具体应用

#### 4.1 矿区概况

在本次研究区域内,涉及了不同类型的矿石资源,并且铜矿资源丰富,来自多种岩层,特别集中在构造岩体的边缘地带。这些岩层都属于同一个岩浆侵入期次,通过对其特征分析了解到其受到了岩浆入侵的影响。其中,辉长岩、苏长



岩和橄榄辉长岩为首次入侵形成的岩石类型。橄榄岩和单辉橄榄岩是两种不同的岩层,前者属于第二次地质活动,后者属于第一次地质活动。由于受大断裂控制,其岩相变化十分明显。通过调查得知,这些岩层的岩性与其成矿作用之间存在密切的联系。尤其是在西侧地区,呈现出层状结构,并伴随着孔雀石和褐铁矿的沉积。因此,从中可能会发现一些富含铜、铅的岩石。该区域中,当前找矿深度达到600m,在更深位置中发现了铜硫化物存在,矿产赋存位置也呈现地热深度空间的典型特征。

#### 4.2 应用效果

研究表明,基性超基性火山岩杂岩体与矿区铜矿化之间存在着密不可分的联系。随着矿区资源需求的快速增长,开展深部地质勘查工作,对于提升矿区储量至关重要。通过对矿区深部地质环境的分析,能够更好地了解深部地质构造,为找矿工作提供有力的支持。对于浅层地质环境的找矿工作,往往是可以使用多种方式进行找矿,但是深部地质找矿工作是无法将浅层地质环境使用的勘探技术应用其中。基于这种情况下,应当充分发挥地球物理探测技术的应用价值,从而提升深部地质找矿质量。在具体操作中,通过对反射地质剖面图的分析,以20m的距离为依据,使用50Hz频率设定地震源,开展30次覆盖工作。利用高频地震频率进行扫描处理,应参考20m的距离进行设计,使用80Hz设置可以控制的震源,开展60次覆盖工作。通过重力测量剖面情况的分析,对后期获得的各种数据进行核对,并采用叠加处理方式。对于这种状况,重力数据资料可以得到有效处理,从而获得比较准确的地震剖面图。通过钻孔与地震发射界面实际情况的分析,进一步了解岩土深度情况,从中获得每个界面控制信息,建立对应计算模型。在矿区深度找矿过程中,根据现场实际情况把地震勘探方法应用其中,保证勘探效果。此外,还要进一步分析勘探数据之间的不同,经过多次勘探处理,保证数据的完整性和有效性,为取得准确的勘探结果提供条件,进而获取深部地质环境下的金属矿产资源。通过对剖面数据的分析,该区域深部地质结构展现出不对称特点,同时北部地区则伴有一定的异常状况,整体变化比较平缓,起伏上下没有明显变化,整体朝着南向方向迈进,由此可以得知,该地区为超基性杂岩体和片麻岩形成的底板。通过数据分析,了解深部地质构造产生的变化,沉积岩在超基性周围有矿产资源分布,容易受断层影响,朝着底板位置蔓延,进一步确定具体矿产资源位置。

在融入反演结果过程中,可以充分了解地质结构整体情况,并且对矿区地表下方各个层面具体情况综合分析,确定底板位置深度,对矿区深度构造有所掌握,了解其构造具体位置和深度,从而确定矿产资源所在位置。根据获取的数据信息,选择适合的钻孔方式,如利用瞬变电磁法完成该地区的地质环境勘测工作,同时也能获取比较准确的钻孔数据,让判断结果变得更加准确。经过对各项数据信息的整理与分析,能够了解深度为1200m位置矿产资源分布情况,确定其分布位置,判断勘探区域内是否有异常地带,通过合理设计钻孔点数量完成验证,矿区内含有的高品质矿产资源能够

在500m的范畴内快速找到,从而更好地保证金属深部找矿工作质量,提高找矿工程效率。

在联合反演处理阶段,应该提供准确的地下构造信息,对矿区地表厚度和底板具体位置进行列举,科学规划,明确底板界面。对于矿区位置,深部地质矿产资源深度和分布情况可以根据获取的数据有所了解,并且也能进一步发现隐藏矿体。在钻孔作业中,对于矿体所在位置和埋藏深度进行预测,精准定位。在深度地质找矿过程中,应把各种先进的技术应用其中,从而保证深部地质找矿工作质量,取得理想的工作成果。但是在深部地质找矿过程中,容易受地质结构及产生原因的影响,使得深部地质找矿工作要求变得更加严格,要求相关部门在深部找矿之前,把最新的技术和找矿方法应用其中,促进找矿工作效率提升的同时,也能保证找矿工作质量。相关部门在深部找矿工作实施过程中,能够借助信息软件,对不同地质环境下的矿产资源分布情况进行全面勘查,通过地球物理方式,实施综合分析,取得理想的找矿工作效果,为金属矿深部找矿工作长远发展奠定基础。

#### 5 结语

总而言之,市场经济体系深入改革,在国家建设发展中,消耗了大量的资源,尤其是对于矿产资源需求量明显增加,使得矿产资源市场供需出现不均衡状况,无法为社会建设发展提供充足的矿产资源,只能通过进口方式来获取,投入的资金量比较大,给国家带来巨大的经济负担。

同时,浅层地质矿产资源开发频率加快,导致我国大多数矿产资源呈现出枯竭状态,只能从深部入手进行找矿与开发,从而为社会建设提供矿产资源支持。但是在矿产资源找矿中,如果采用传统的找矿方式,保证找矿质量和效率,因此要求相关部门从深部入手,选择适合的找矿方法。地球物理勘探技术的出现,有效处理在金属矿深部找矿方面的问题,有效提高金属矿深部找矿水平。但是在未来发展中,在地球物理勘探技术使用方面将会伴随新的问题,技术需要不断创新与开发,通过定向分析和智能化处理,将地球物理、地球化学、综合地质等内容充分结合,从实际入手,研发出全新的金属矿深部找矿方法,为我国金属矿深部找矿发展提供技术保障。

#### 参考文献

- [1] 游越新,邓居智,陈辉,等.综合物探方法在云南澜沧老厂多金属矿区深部找矿中的应用[J].物探与化探,2023,47(03):638-647.
- [2] 宋明春,杨立强,范宏瑞,等.找矿突破战略行动十年胶东金矿成矿理论与深部勘查进展[J].地质通报,2022,41(06):903-935.
- [3] 李建斌,栗烈,高鸿斌.地球物理找矿方法在湖南临武县钨多金属矿找矿勘查中的应用[J].世界有色金属,2022,(03):49-51.
- [4] 沈立军,朱裕振,李双,等.地球物理测井在金属矿深部找矿中的应用[J].测井技术,2021,45(04):431-438.
- [5] 孙丽婷.地球物理法在金属矿深部找矿中的应用探究[J].新疆有色金属,2021,44(06):31-32.